

칼라 공간과 형태 정보를 이용한 내용기반 이미지 검색 시스템 구현

반 종 오[†] · 강 문 주^{††} · 최 형 진^{†††}

요 약

대량의 일반 이미지 집합에서 사용자가 원하는 이미지를 효율적으로 찾아내는 것이 내용기반 이미지 검색 연구의 주된 목적이거나 특정한 분야에 속하지 않은 일반 이미지를 대상으로 하는 연구는 아직까지 만족스럽지 못한 실정이다. 이 논문에서는 이미지의 색상과 형태의 특징 정보를 추출하여 자동으로 색인하고 검색하는 시스템을 제안하였다. 특징 추출은 인간의 이미지 인식 과정에 기반하여 전체적인 정보와 세부적인 정보로 구분하여 수행하였다. 추출된 특징 정보들은 전역 칼라, 부분 영역 칼라, 전역 형태, 부분 영역 형태 정보로 구분하였다. 실험 결과 제안한 방법은 기존의 방법과 비슷한 시간 내에 비교적 높은 Precision과 Recall로 이미지를 검색함을 알 수 있었다.

Implementation of Content-based Image Retrieval System using Color Spatial and Shape Information

Jong-Oh Ban[†] · Mun-Ju Kang^{††} · Heyung-Jin Choi^{†††}

ABSTRACT

In recent years automatic image indexing and retrieval have been increasingly studied. However, content-based retrieval techniques for general images are still inadequate for many purposes. The novelty and originality of this thesis are the definition and use of a spatial information model as a contribution to the accuracy and efficiency of image search. In addition, the model is applied to represent color and shape image contents as a vector using the method of image features extraction, which was inspired by the previous work on the study of human visual perception. The indexing scheme using the color, shape and spatial model shows the potential of being applied with the well-developed algorithms of features extraction and image search, like ranking operations. To conclude, user can retrieve more similar images with high precision and fast speed using the proposed system.

키워드 : 내용기반 이미지 검색(CBIR), 칼라공간(Color Spatial), 형태정보(Shape Information)

1. 서 론

스캐너, 디지털 카메라 등의 디지털 이미지 획득 장치의 사용이 증가하면서 디지털 이미지의 사용이 빠르게 증가하고 있다. 그리고 대용량 하드 디스크, CD-ROM, DVD 등과 같은 저렴한 저장 장치의 사용이 보편화되면서 도서관, 박물관, 미술관 등은 물론, 일반 사용자들도 쉽게 대량의 디지털 이미지를 보유할 수 있게 되었다. 인터넷 특히 웹 서비스의 급격한 성장으로 이러한 디지털 이미지의 사용은 지속적으로 증가하고 있다[1, 2]. 1997년 기준으로 천 만장에서 3천 만장 정도의 디지털 이미지가 인터넷의 웹을 통하여 사용되고 있다[3, 4]. 이러한 이미지의 급격한 증가로

인한 이미지 관리의 어려움을 극복하기 위하여 이미지에 대한 효율적인 저장과 검색의 필요성이 제기되었다[3].

1995년 Enser[5]는 기존의 텍스트 기반 기술이 이미지 검색 분야에 심각한 제약을 초래하며, 디지털 이미지 데이터는 그 자체의 내용을 기반으로 표현하는 것이 텍스트로 표현하는 것보다 데이터의 왜곡을 피할 수 있고, 처리 과정의 자동화로 메타 데이터를 발생시키는데 필요한 부담을 절감할 수 있다고 하였다. 결과적으로 내용기반 이미지 검색은 대량의 디지털 이미지를 처리하고 검색하는 자연스러운 접근 방법이라고 할 수 있다[1, 6].

내용기반 이미지 검색(CBIR : Content-based Image Retrieval)이라는 용어는 1992년 Kato[7]에 의하여 제시된 이후 널리 사용되고 있다[3]. 내용기반 이미지 검색은 이미지로부터 칼라, 형태, 질감과 같은 특징을 자동으로 추출하여 데이터베이스에 저장하는 과정과 데이터베이스에서 사용자가 원하는 이미지를 자동으로 검색하는 과정을 포함한다.

* 본 연구는 2003년 강원대학교 기초과학연구소의 연구비 지원에 의해 수행되었음.

† 정 회 원 : 한림정보산업대학 인터넷정보과 교수

†† 정 회 원 : 강원대학교 대학원 컴퓨터학과

††† 총신회원 : 강원대학교 컴퓨터과학과 교수

논문접수 : 2003년 3월 7일, 심사완료 : 2003년 9월 8일

이 논문에서는 이미지의 칼라공간과 형태의 정보를 추출하여 자동으로 색인하고 검색하는 새로운 시스템을 제안하였다. 또한 제안한 시스템을 구현한 후 실제 이미지를 이용하여 실험 및 평가를 수행하였다.

2. 내용기반 이미지 검색 시스템 고찰

1990년대 초반부터 이미지에 대한 내용기반 검색에 관한 연구가 활발히 수행되고 있다. 이 논문과 관련된 내용기반 검색에 관한 연구로는 다음과 같은 것들이 있다. QBIC (Query by Image Content) 시스템[8]은 IBM에서 개발하였고 칼라, 형태, 질감 등의 내용을 기반으로 하는 이미지 검색 및 제한된 범위 내의 비디오 검색이 가능한 시스템이다. QBIC 시스템은 상표 검색이나 우표 검색과 같은 특정 응용에만 적합한 시스템으로 질의 인터페이스가 복잡하고 체계적이지 않아서 오히려 전문가가 아닌 일반 사용자의 측면에서는 이용하기 어렵다. Chabot 시스템[9]은 버클리 공대에서 개발한 관계형 데이터베이스 시스템인 POSTGRESS를 기반으로 개발된 내용기반 이미지 검색 시스템으로 텍스트와 칼라 특징을 사용한다. 이 시스템에서 하나의 이미지는 고해상도부터 저해상도까지 다섯 단계의 이미지 형태로 서비스되므로 방대한 저장 용량을 필요로 한다. Photobook 시스템[10]은 MIT 공대에서 개발한 내용기반 이미지 검색 시스템으로 형태, 질감 특징 등을 기반으로 하고 있다. 이 시스템은 이미지의 통계적인 성질에 기반을 둔 KL(Karhunen-Loeve) 변환을 사용하여 이미지를 몇 개의 주성분 값으로 표현한다. 이미지를 공간으로 변환하기 위하여 이미지의 벡터로부터 구한 공분산 행렬의 고유 벡터를 사용한다. 이 방법은 이미지 식별에 필요한 성분만을 추출하여 압축할 수 있고 다시 원래의 이미지로 복원할 수 있는 기능을 가지고 있다. SIMPLcity(Semantics-sensitive Integrated Matching for Picture Libraries) 시스템[11]은 스탠포드 대학에서 개발한 내용기반 이미지 검색 시스템으로 의미 분류와 웨이블릿 변환을 이용한 IRM(Integrated Region Matching) 등의 기법을 사용한다. 이 시스템은 기존 웨이블릿 기반의 시스템보다 정확도, 검색 속도 면에서 향상되었다. 그러나 이미지의 의미 분류 시에 하나의 이미지가 동시에 여러 개의 의미로 분류되는 현상이 발생하는 단점이 있다. IRS(Image Retrieval System) 시스템[12]은 이미지의 전체적인 칼라와 질감 특징을 기반으로 하는 검색 시스템이다. 이 시스템은 CIELab 공간에서 전체적인 칼라 특징으로 이미지 내의 칼라 위치 등을 추출하고 질감 정보는 가버 필터를 이용하여 추출한다. 이 시스템은 기존의 칼라 히스토그램을 이용한 방법보다 우수하지만 형태, 객체 등의 특징 정보는 사용하지 않는다. QVE(Query Visual Example) 시스템[7]은 질의 이미지로부터 추출한 외곽선 데이터와 데이터베이스에 저장된 이미지의 외곽선 데이터와의 상관도를 사용하여 검색한다. 이 시스템은 실제 질의 처리 과정에서 유사도를 계산

하기 위해서 데이터베이스에 저장된 각각의 이미지들에 대해 이동이나 스케일링, 회전과 같은 기하학적인 변환을 일일이 고려해야 한다는 단점이 있다.

3. 내용 기반 이미지 검색 시스템 설계

3.1 이미지 인식과 칼라 공간

인간의 감각 기관은 빛과 소리와 같은 전자기적 에너지를 받아들인다. 두뇌는 이러한 정보를 빛의 속도로 받아들여 필요한 판단을 내린다. 인간의 시지각 과정을 살펴보면 먼저 이미지로부터 반사된 빛의 자극이 수정체를 통하여 망막에 맺힌다. 망막에 맺힌 이미지는 시신경을 통하여 대뇌에 전달되고 지각 이미지 프로세싱에 의하여 이미지의 정보를 이해하게 된다. 이 때 인간이 이미지를 인식하는 지각 이미지 프로세싱 과정은 40~50ms라는 매우 짧은 시간에 처리된다. 이 짧은 시간 동안에 이미지의 전체적인 정보가 먼저 사용되고 그 다음에 세부적인 정보가 사용된다. 따라서 새로운 이미지를 인식하는 경우, 이미지의 전체적인 특징 정보와 세부적인 특징 정보를 추출하여 결합하는 것이 자연스러운 방법일 것이다.

칼라 유사도를 이용하는 이미지 검색을 위해서는 칼라를 표현하는 공간 모델이 필요하다. 하나의 칼라 공간에서 다른 칼라 공간으로 칼라 데이터를 변환할때 칼라 공간의 기하학적인 모양이 처리 과정에 영향을 미친다. RGB 공간은 이미지 처리 장치의 하드웨어에 적합하여 많이 사용되고 있다. 그러나 RGB 공간에서 각 화소들은 RGB 각 채널간에서 서로 너무 영향을 끼치기 때문에 두 개 칼라의 유사도를 둘 사이의 거리만으로 계산하는 것이 불가능하다. 그리고 XYZ 공간은 널리 사용되고는 있으나, 색상의 선형성이 떨어지고 채도의 비선형성으로 인해 처리가 쉽지 않다. HSV 공간은 두 개 칼라의 유사도를 HSV 공간상의 거리로 계산하기 편리하고 성능이 우수하므로 이미지 검색에 사용하기 적합하다. 따라서 이 논문에서는 HSV 공간을 이용하여 유사도 검색을 수행한다.

RGB 공간을 HSV 공간으로 바꾸기 위해서 식 (1)~식 (3)을 이용한다. V는 명도, S는 채도, H는 색상을 의미한다.

$$V = \frac{1}{3}(R + G + B) \quad (1)$$

$$S = 1 - \frac{3}{(R + G + B)} [\min(R, G, B)] \quad (2)$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}(R - G) + (R - B)}{[(R - G)^2 + (R - B)(G - B)]^{\frac{1}{2}}} \right\} \quad (3)$$

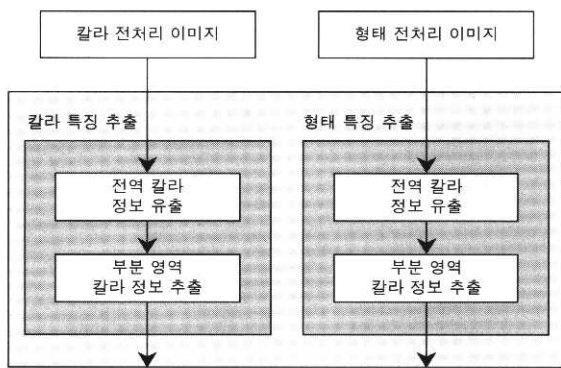
3.2 전처리 및 특징 추출 과정

입력 이미지로부터 보다 정확하고 안정적으로 특징을 추출하기 위하여 전처리 과정을 포함한다. 전처리 과정은 입력 이미지에 포함된 잡음을 제거하는 잡음 제거 단계와 칼

라 전처리 단계, 형태 전처리 단계로 설계한다. 잡음제거 단계에서는 에지성분을 보존할 수 있는 메디안 필터[13]를 사용하여 이미지에 포함된 잡음을 제거하였다.

다음으로 칼라 전처리 단계에서는 먼저 입력 이미지의 RGB 공간에 해당하는 각 화소들은 HSV 공간으로 변환한 후 이미지를 각 채널별로 양자화한다. 형태 전처리 단계는 윤곽선을 추출하기 용이하도록 HSV 이미지의 V 채널에 대한 가우시안 필터링을 수행한 후 윤곽선을 추출한다.

칼라와 형태 특징 추출에 적합하도록 전처리된 이미지로부터 다양한 특징을 추출하기 위하여 (그림 1)과 같은 칼라 특징 추출 단계와 형태 특징 추출 단계로 구성한다.



(그림 1) 특징 추출 과정

칼라 특징 추출 단계는 전처리된 이미지의 HSV 공간의 각 채널에 대한 평균, 표준 편차, 왜도 등을 구하는 전역 칼라 정보 추출 단계와 전처리된 이미지를 동일한 양자화 값을 가지는 영역으로 분할한 후 공간 영역의 면적, 대표 칼라, 무게 중심 등을 구하는 부분 영역 칼라 정보 추출 단계로 설계한다.

전역 칼라 정보는 CCV(Color Coherence Vector) 히스토그램 방법[14]을 사용하며 이는 먼저 이미지에서 유사한 칼라 영역에 대하여 레이블링을 한 후 레이블링된 화소의 수가 임계치 이상이면 의미있는 영역, 이하이면 의미없는 영역으로 분할한다. 그리고 분할된 두 영역에 대하여 각각 히스토그램을 구한다. i번째 빈에서 의미있는 화소들을 α_i 라고 하고 의미 없는 화소들을 β_i 라고 가정하면 i번째 빈의 화소 수는 $\alpha_i + \beta_i$ 로 정의할 수 있고 이미지에 대한 칼라 히스토그램은 식 (4)로 표현된다.

$$\langle (\alpha_1 + \beta_1), (\alpha_2 + \beta_2), \dots, (\alpha_n + \beta_n) \rangle \quad (4)$$

부분영역 칼라정보 추출단계는 두 단계로 구분하여 처리되며, 첫 번째는 영역 성장 단계이며, 두 번째는 영역 결합 단계이다. 영역 결합 단계는 다시 세분하여 잡음 영역을 이웃 영역으로 결합하는 단계와 분리된 부분 영역간의 유사도에 따라 재결합하는 단계로 다시 구분된다

형태 정보 추출 단계는 전처리된 이미지의 윤곽선을 추

출한 후 각 윤곽선의 방향 히스토그램 등을 추출하는 전역 형태 정보 추출 단계와 동일한 윤곽선 방향을 가지는 영역을 분할한 후 윤곽선 영역의 정보를 추출하는 부분 영역 형태 정보 추출 단계로 설계한다.

4. 유사도 검색 설계

내용기반 이미지 검색 시스템의 목적은 유사한 이미지를 검색하는 것이다. 즉, 정확한 하나의 이미지를 검색하는 것이 아니라 칼라와 형태 또는 질감 등 이미지 자체의 정보를 이용하여 유사한 정보가 포함된 여러 이미지를 찾는 것이다. 이미지의 여러 가지 특징 중에서 하나만을 사용하여 유사도를 측정하면 이미지를 구별할 수 있는 충분한 정보를 포함하지 않아 원하는 이미지를 검색하기 어렵다. 그리고 이미지의 회전, 스케일링, 위치 이동 등과 같은 다양한 변화를 지원할 수 없다.

따라서 이미지 검색의 정확성을 높이기 위해서는 각 이미지 특징들을 기반으로 하는 질의에 대하여 얻어진 결과를 통합하여야 한다. 이 논문에서는 새로 제안하는 칼라 유사도와 형태 유사도를 하나로 통합한 유사도 검색 방법을 제안한다. 질의에 대한 결과는 칼라와 형태에 대한 통합된 유사도로서 순위가 결정된다. 이 유사도는 새로 제안한 식 (5), 식 (6)의 칼라와 형태 유사도를 하나로 통합하여 식 (7)과 같이 정의한다. 즉, 질의 이미지에 대하여 칼라와 형태의 가중치가 고려된 하나의 결과 이미지 집합으로 사용자에게 제공되도록 설계한다.

$$D_c(Q, I) = |E_Q - E_I| + |V_Q - V_I| + |S_Q - S_I| + \sum_{i=0}^n (|A_{Q(i)} - A_{I(i)}| + |C_{Q(i)} - C_{I(i)}| + |W_{Q(i)} - W_{I(i)}|) \quad (5)$$

$D_c(Q, I)$ 는 질의 이미지 I 와 대상 이미지 Q 간의 칼라 특징 정보의 차이로 두 이미지간의 칼라 유사도가 된다. E_i, V_i, S_i 는 질의 이미지의 칼라에 대한 특징 정보인 평균, 변이 계수, 표준 왜도의 값이고, E_Q, V_Q, S_Q 는 데이터베이스에 저장된 비교 대상 이미지의 칼라 특징 정보를 나타낸다.

$$D_s(Q, I) = CCV + \sum_{i=0}^n (|S_{Q(i)} - S_{I(i)}| + |A_{Q(i)} - A_{I(i)}| + |L_{Q(i)} - L_{I(i)}|) \quad (6)$$

$A_{Q(i)}, A_{I(i)}, C_{Q(i)}, C_{I(i)}, W_{Q(i)}, W_{I(i)}$ 는 각각 데이터베이스에 저장된 비교 대상 이미지와 질의 이미지의 의미있는 대표 공간 영역에 대한 면적, 칼라, 무게 중심이다. $D_s(Q, I)$ 는 질의 이미지 I 와 대상 이미지 Q 간의 형태 특징 정보의 차로 두 이미지간의 형태 유사도가 된다. $S_{Q(i)}, S_{I(i)}, A_{Q(i)}, A_{I(i)}, L_{Q(i)}, L_{I(i)}$ 는 데이터베이스에 저장된 비교 이미지와 질의 이미지의 각 부분 영역 윤곽선의 크기, 기울기, 중심 위치이다.

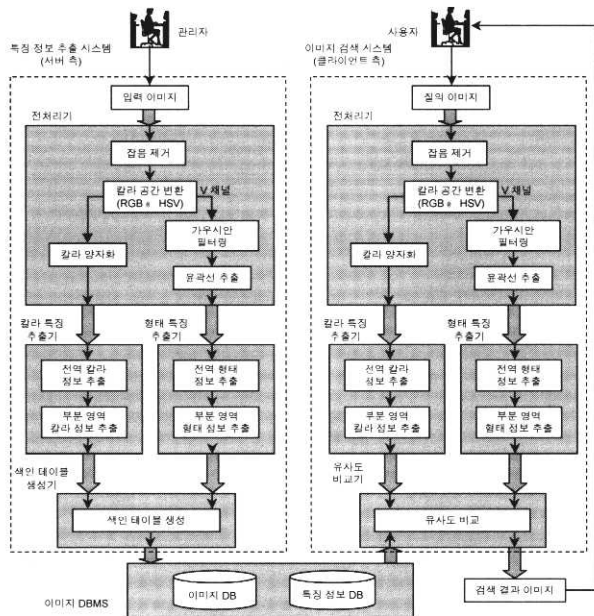
$$S_t = \frac{w_c \times D_c(Q, I) + w_s \times D_s(Q, I)}{w_c + w_s} \quad (7)$$

I 는 질의 이미지, Q 는 저장된 이미지이며, $D_c(Q, I)$ 는 I 와 Q 의 칼라 유사도이고, $D_s(Q, I)$ 는 I 와 Q 의 형태 유사도이다. 식 (7)은 Jain의 공식[15]을 인용한 것으로 w_c 와 w_s 는 각각 칼라와 형태에 대한 가중치이며 S_t 는 칼라와 형태 유사도를 통합한 유사도이다. 이 논문에서는 이미지를 검색하는 사용자가 유사한 이미지를 검색하는 경우, 검색의 목적에 따라 칼라 정보와 형태 정보에 대하여 적절한 가중치를 적용할 수 있도록 설계한다.

5. 내용기반 이미지 검색 시스템 구현 및 실험

내용기반 이미지 검색 시스템을 구현하기 위한 하드웨어 환경으로는 중앙 처리 장치로 펜티엄2 400MHz, 주기억 장치로 256MB를 사용하였다. 소프트웨어 환경으로는 운영 체제로 윈도우즈 2000 프로페셔널, 프로그래밍 도구로 SDK 1.3.1, 이미지 처리 라이브러리로 JAI 1.1.1, DBMS는 MS SQL 7.0 서버를 이용하였다.

제안하는 내용기반 이미지 검색 시스템의 구조도는 (그림 2)와 같다. 사용자는 로컬 시스템이나 클라이언트/서버 시스템에서 임의의 이미지에 대하여 특징 추출과 검색을 할 수 있다.



(그림 2) 제안하는 시스템 구조도

좌측의 특징 정보 추출 시스템은 서버 또는 로컬에서 동작하도록 구현하며, 전처리기, 칼라 특징 추출기, 형태 특징 추출기, 색인 테이블 생성기로 구성된다. 추출된 특징은 데이터베이스의 특징 정보 DB에 저장하며 원시 이미지는 이

미지 DB에 별도로 저장한다. 우측의 이미지 검색 시스템은 클라이언트 또는 로컬에서 동작하며, 전처리기, 칼라 특징 추출기, 형태 특징 추출기, 유사도 비교기로 구성된다. 이 과정에서 질의 이미지는 특징 정보 추출 시스템에서와 동일한 처리를 통하여 칼라와 형태 정보를 추출한다. 추출된 정보는 특징 정보 DB의 각 레코드와 유사도를 비교한 후 유사도가 높은 결과 이미지 집합을 검색한다. 검색된 이미지 집합은 최종적으로 이미지 검색을 의뢰한 사용자의 화면에 표시된다.

내용기반 이미지 검색 시스템에서는 기존의 정확한 매칭이 아닌 유사 매칭의 방법을 사용하므로 시스템의 평가도 다르게 평가되어야 한다. 일반적으로 유사 매칭 방법을 이용하는 시스템의 평가에는 Precision과 Recall을 많이 사용하며 식 (8), 식 (9)를 이용하여 계산한다.

$$Precision = \frac{R_r}{T_r} \quad (8)$$

$$Recall = \frac{R_r}{T} \quad (9)$$

T 는 주어진 질의 이미지에 대하여 검색 대상 이미지 중에서 질의와 관련된 전체 이미지 수를 의미하며, T_r 은 검색된 항목의 전체 수, R_r 은 검색된 항목 중에서 질의와 관련된 유사 이미지의 수를 의미한다.

성능을 평가하기 위하여 실험 이미지는 MPEG-7 표준 제정을 위한 데이터 중에서 칼라 이미지와 관련된 S1, S2, S3 컨테츠 셋에 포함된 2343 장의 이미지 중에서 300장을 대상 이미지로 임의로 선정하여 사용하였다. 실험은 대상 이미지 중에서 세 개의 이미지 집합을 질의 이미지로 선정하여 실시하였다. 첫 번째 이미지 집합 A는 풍경과 인물이 포함된 18장의 이미지이고 두 번째 이미지 집합 B는 노을이 지는 저녁 풍경으로 사람이나 인공 구조물이 포함되지 않은 10장의 이미지이다. 세 번째 이미지 집합 C는 저수지나 수로가 있는 초원이 포함된 25장의 이미지이다. 실험 평가를 위하여 기존의 L_1 -distance 방법[16]을 이용한 시스템 1과 칼라 응집 히스토그램에 히스토그램 인터섹션 방법[17]을 적용한 시스템 2 그리고 제안한 시스템에 대하여 질의 이미지에 대한 검색을 수행하였다.

<표 1>은 실험 이미지 집합 A에 대한 실험 결과이다. <표 2>는 실험 이미지 집합 A, B, C에 대한 평가 결과로서 Precision과 Time은 제안한 시스템이 기존의 시스템과 비교하여 유사한 결과를 보이고 있다. Recall은 기존 시스템보다 평균 5%정도 높은 재현율을 보이고 있다.

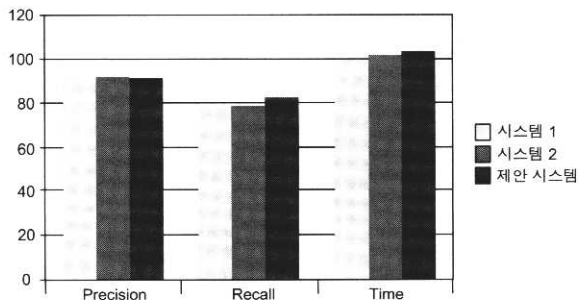
(그림 3)~(그림 6)은 <표 2>의 실험 평가 결과를 그래프로 표시한 것이다. (그림 6)에서 최종적으로 확인 할 수 있듯이 제안한 내용기반 이미지 검색 시스템이 기존의 방법과 비교하여 약간 높거나 비슷한 정확도를 보였고 검색 시간은 기존의 방법과 비교하여 1.2~2.5% 정도 더 걸리는 것을 알 수 있다. 데이터베이스에 저장된 이미지 중에서 질

<표 1> 이미지 집합 A에 대한 실험 결과

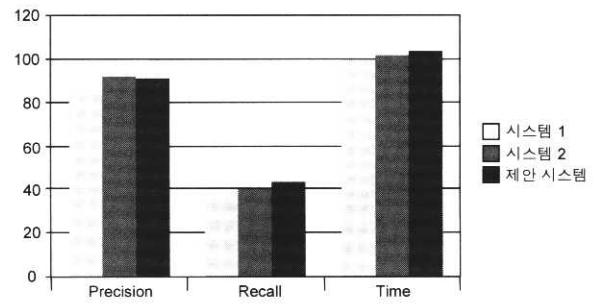
실험 이미지 *.PPM	시스템 1			시스템 2			제안 시스템		
	비율(%)		검색 시간 (ms)	비율(%)		검색 시간 (ms)	비율(%)		검색 시간 (ms)
	P	R		P	R		P	R	
IMG00438	100	77.8	2474	100	83.3	2504	100	83.3	2534
IMG00439	100	83.3	2443	100	77.8	2473	100	83.3	2503
IMG00440	100	94.4	1893	100	94.4	1933	100	94.4	1953
IMG00441	93.8	83.3	1873	93.8	83.3	1903	93.8	83.3	1933
IMG00442	93.8	83.3	1873	93.8	83.3	1903	93.8	83.3	1933
IMG00443	78.9	83.3	1883	80.0	88.9	1903	80.0	88.9	1953
IMG00444	100	83.3	2453	100	77.8	2483	100	83.3	2513
IMG00445	100	83.3	1873	100	83.3	1903	100	83.3	1933
IMG00446	93.8	83.3	1872	93.8	83.3	1912	94.1	88.9	1942
IMG00447	100	83.3	1873	100	83.3	1913	100	94.4	1933
IMG00566	84.2	88.9	2583	85.0	94.4	2653	85.0	94.4	2683
IMG00567	70.0	38.9	1852	87.5	38.9	1872	80.0	44.4	1892
IMG00568	87.5	38.9	1953	100	38.9	1983	88.9	44.4	2013
IMG00569	90.0	100	1882	94.7	100	1912	90.0	100	1942
IMG00570	94.7	100	1892	94.7	100	1932	94.7	100	1962
IMG00573	85.0	94.4	2524	85.0	94.4	2554	90.0	100	2584
IMG01264	57.1	22.2	1853	62.5	27.8	1883	70.0	38.9	1913
IMG01267	88.9	88.9	1882	87.5	77.8	1912	88.9	88.9	1942
평균	89.9	78.4	2052	92.1	78.4	2086	91.6	82.1	2115

<표 2> 실험 평가 결과

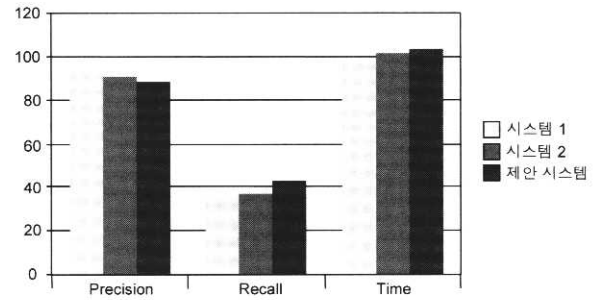
이미지 집합	평가	시스템 1	시스템 2	제안 시스템
이미지 집합 A	Precision	89.9%	92.1%	91.4%
	Recall	78.4%	78.4%	82.1%
	Time	100.0%	101.7%	103.1%
이미지 집합 B	Precision	85.6%	92.8%	92.1%
	Recall	41.0%	43.0%	48.0%
	Time	100.0%	100.7%	101.5%
이미지 집합 C	Precision	89.9%	92.1%	91.6%
	Recall	35.5%	34.9%	41.8%
	Time	100.0%	101.4%	102.8%
평균	Precision	88.5%	92.3%	91.7%
	Recall	51.6%	52.1%	57.3%
	Time	100.0%	101.3%	102.5%



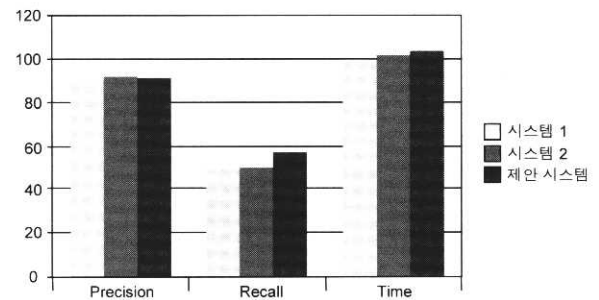
(그림 3) 이미지 집합 A에 대한 실험 결과



(그림 4) 이미지 집합 B에 대한 실험 결과



(그림 5) 이미지 집합 C에 대한 실험 결과



(그림 6) 최종 실험 결과

의 이미지와 관련된 이미지를 보여주는 재현률은 기존의 시스템보다 5.2~5.7% 정도 우수한 결과를 보임을 확인할 수 있었다. 즉, 기존의 시스템보다 더 많은 유사 이미지를 높은 정확도를 유지하면서 기존의 시스템과 비슷한 시간 내에 검색함을 확인할 수 있었다.

6. 결론

이 논문에서는 이미지 데이터베이스로부터 사용자가 검색을 원하는 유사 이미지를 추출하기 위하여 칼라와 형태 정보를 전체적인 정보와 세부적인 정보로 구분하여 사용하였다. 이미지의 전체 정보뿐만 아니라 이미지에 포함된 부분 영역을 추출하여 데이터베이스 색인과 이미지 검색에 이용하였다. 또한 유사도 계산시에 전체 이미지의 특징 정보와 부분 영역의 특징 정보를 사용하여 유사도를 계산하였다. 제한한 내용기반 이미지 검색 시스템은 검색 대상을 일반적인 이미지로 확대함으로써 내용기반 이미지 검색의

일반화를 시도하였다. 이미지의 칼라 및 형태 공간 특징 정보를 전역과 부분 영역에 적용함으로써 검색의 정확도를 높였다. 이미지 검색시 칼라와 형태의 부분 영역 중에서 10개의 대표 영역 정보만을 사용함으로써 데이터베이스 저장 공간을 줄이고 검색 속도를 향상하였다. 그리고 실험 결과에서 확인 할 수 있듯이 제안한 시스템이 사용자가 원하는 이미지를 찾는 경우 기존의 시스템과 비교하여 더 많은 유사 이미지를 높은 정확도를 유지하면서 유사한 시간 내에 검색할 수 있었다.

향후 연구 과제로는 영역 특징 정보로 사용한 부분 영역 정보 대신 이미지 내의 의미를 가진 객체를 추출하여 적용하면, 보다 정확한 검색 결과를 기대할 수 있을 것이다. 또한 사용자 피드백이나 학습 알고리즘을 통하여 이미지 검색 시스템을 사용하는 사용자에게 점진적으로 적용할 수 있는 시스템에 대한 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

[1] T. S. Lai, *CHROMA : A Photographic Image Retrieval System*, PhD thesis, Sunderland University, Jan., 2000.
 [2] M. E. Graham, *THE DESCRIPTION AND INDEXING OF IMAGES : Report of a survey of ARLIS members*, Institute for IMAGE DATA Research, May, 1999.
 [3] J. P. Eakins, M. E. Graham, *Content-based Image Retrieval : A Report to the JISC Technology Applications Programme*, Northumbria University, Jan., 1999.
 [4] S. Sclaroff et al, *ImageRover : a content-based image browser for the World-Wide Web*, Proc. of IEEE Workshop on Content-Based Access of Image and Video Libraries, pp.2-9, Jun., 1997.
 [5] P. G. B. Enser, *Pictorial information retrieval*, Journal of Documentation, 51(2), pp.126-170, 1995.
 [6] R. O. Stehling, M. A. Nascimento, A. X. Falcao, *Color-Shape Histograms for Image Representation and Retrieval*, 2000.
 [7] K. Hirata, T. Kato, *Query by Visual Example*, Proc. EDBT Conference, pp.56-71, 1992.
 [8] M. Flickner, H. Sawhney, W. Niblack, J. Ashley, Q. Huang, B. Dom et al, *Query by Image and Video Content : The QBIC System*, IEEE Computer, 28(9), 1995.
 [9] V. E. Ogle, M. Stonebraker, *Chabot : Retrieval from a relational database of images*, IEEE Computer, 28(9), Sep., 1995.
 [10] A. Pentland, R. Picard, S. Sclaroff, *Photobook : Tools for Content-based Manipulation of Image Databases*, Proc. SPIE Conference on Storage and Retrieval of Image and Video Databases II, pp.34-47, 1994.
 [11] J. Z. Wang, *SIMPLIcity : A region-based image retriev-*

al system for picture libraries and biomedical image databases, Proc. ACM Multimedia, pp.483-484, Oct., 2000.
 [12] Y. Rubner, *Perceptual Metrics for Image Database Navigation*, PhD Thesis, Stanford University, May, 1999.
 [13] R. C. Gonzalez, R. E. Woods, *Digital Image Processing*, Addison Wesley, 1993.
 [14] M. J. Swain, D. H. Ballard, *Color indexing*, International Journal of Computer Vision, 7(1), pp.11-32, 1991.
 [15] A. K. Jain, A. Vailaya, *Image retrieval using color and shape*, Pattern Recognition, 29(8), pp.1233--1244, August, 1996.
 [16] M. A. Stricker, M. Orengo, "Similarity of Color Images," SPIE Proceedings Vol.2420, 1995.
 [17] M. J. Swain, D. H. Ballard, *Color indexing*, International Journal of Computer Vision, 7(1), pp. 11-32, 1991.



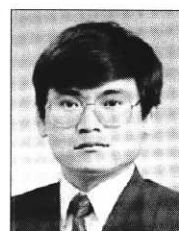
반 종 오

e-mail : banjo@hallym-c.ac.kr
 1994년 강원대학교 전자계산학과(이학사)
 1997년 강원대학교 대학원 전자계산학과 (이학석사)
 2002년 강원대학교 대학원 컴퓨터과학과 (이학박사)
 1998년~현재 한림정보산업대학 인터넷정보과 조교수
 관심분야 : 내용기반 영상검색, 영상처리, 패턴인식, 인공지능, 소프트웨어 공학



강 문 주

e-mail : moon1221@dreamwiz.com
 1993년 대전산업대학교 전자공학과 학사
 1996년 충남대학교 교육대학원 공업교육 석사
 2000년~현재 강원대학교 컴퓨터학과 박사과정
 1996년~현재 춘천농공고등학교 교사
 관심분야 : 문자인식, 영상처리, 인공지능



최 형 진

e-mail : choihj@kangwon.ac.kr
 1982년 영남대학교 물리학과(이학사)
 1987년 일본 동경공업대학 정보공학(공학 석사)
 1990년 일본 동경공업대학 정보공학(공학 박사)
 1990년~1991년 한국전자통신연구원 선임연구원
 1993년~현재 강원대학교 컴퓨터과학과 교수
 관심분야 : 인공지능(화상처리, 패턴인식, 컴퓨터그래픽스)